



《TRI政策高峰論壇》系列一 國際碳關稅挑戰與因應



主辦單位 |  財團法人台灣綜合研究院 台灣氣候變遷研究中心
協辦單位 |  台灣氣候變遷與能源永續協會

110年3月19日(星期五) 公務人力發展中心福華國際文教會館14樓貴賓廳

國際碳關稅最新發展趨勢與作法

李堅明

台灣綜合研究院副院長

台綜院台灣氣候變遷研究中心高級研究員

2021/03/19



臺灣綜合研究院
TAIWAN RESEARCH INSTITUTE

目錄

前言：國際碳關稅發展背景與現況

國際碳關稅推動現況與作法：以歐盟為例

碳關稅對企業衝擊：碳風險(轉型風險)衡量

結語：政府與企業因應

全球碳關稅發展背景

- 2050年淨零碳排放 (net zero emissions) 發展趨勢下，已成為國家與企業的最重要轉型風險 (transition risk)。研究顯示，如果一個國家為促進低碳發展，碳定價成本設定為40美元/噸CO₂e，則能源密集產業的出口值約會下降2.5% (Morris, 2018)。
- 國家推動嚴格限碳排放，將會產生競爭力 (competitiveness) 折損與碳洩漏 (carbon leakage) 現象。研究顯示 (CBO, 2013)，碳洩漏範圍為5-19%，平均約12%。爰此，歐美低碳發展先進國家已積極規劃「碳邊境稅」(carbon border tax, CBT)(或稱邊境碳關稅)，以維持貿易的公平性。(ERCST, 2020)
- 我國產業屬出口導向，且是國際供應鏈的重要一環，具有高氣候貿易脆弱性，面臨歐美先進國家開徵邊境碳關稅關鍵時刻，加速因應與布局，開創低碳發展新局，已刻不容緩。

何謂「碳洩漏」？

- 國家為追求深度減碳，限制國內產業碳排放，抑或透過碳定價方式（例如碳稅或碳交易制度），提高排碳成本，從而，導致**高排放密集或貿易暴露** (Emission Intensive and Trade Expose, **EITE**) 產業失去市場份額 (market share)，稱為碳洩漏。碳洩漏主要來自三管道 (Kuik and Hofkers, 2010; ICAP, 2020)：

短期

- **競爭力管道**(competitiveness channel)：減碳成本較高國家的產業市場份額，移轉至減碳成本較低國家的產業。

中期

- **投資管道**(Investment channel)：減碳成本較高國家的產業投資活動，移轉至減碳成本較低國家的產業投資活動，亦即產業外移。

長期

- **能源管道**(energy channel)：具深度減碳承諾國家透過高強度的節約能源措施，降低能源需求與能源價格，導致低度減碳承諾國家的產業享受低能源價格，及增加能源消費與溫室氣體排放。

碳邊境稅將衝擊我國經濟



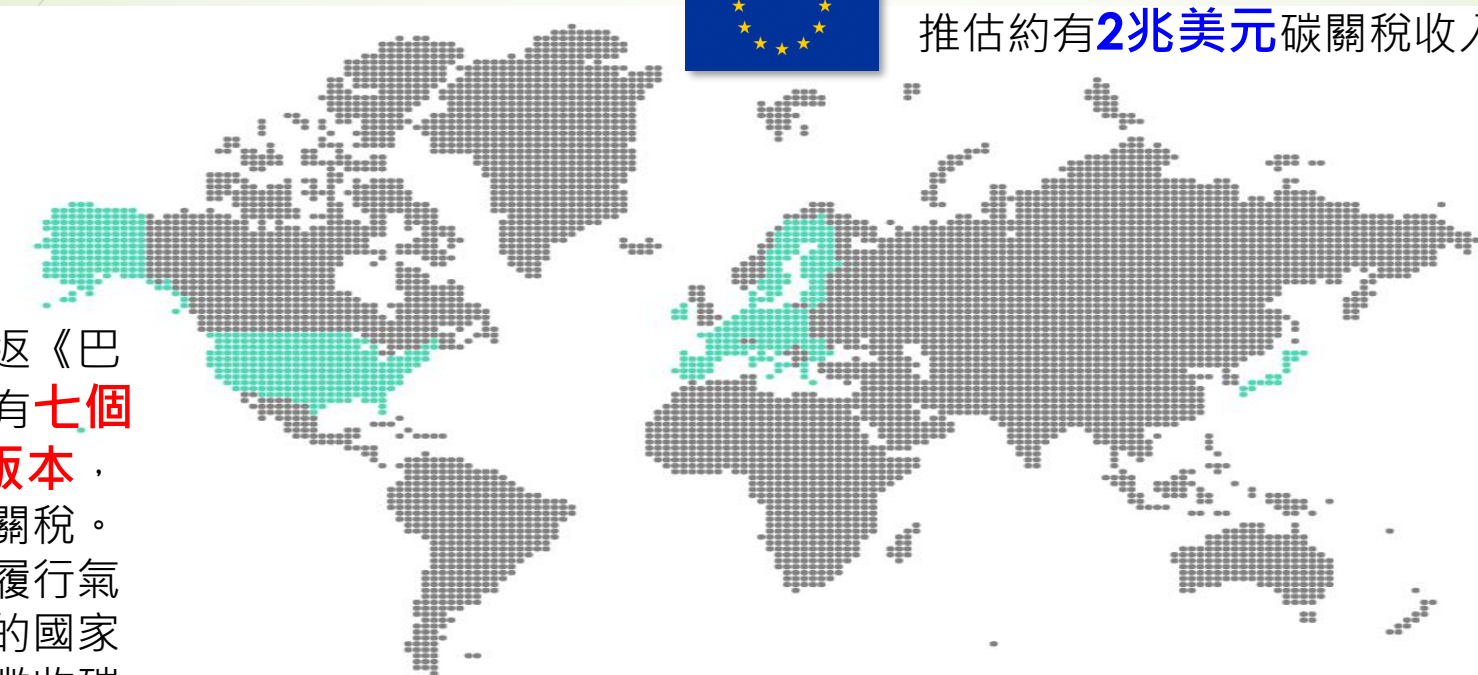
拜登政府已重返《巴黎協定》，已有**七個碳關稅法案版本**，隨時可開徵碳關稅。將對來自未能履行氣候和環境義務的國家的碳密集產品徵收碳調整費或配額。



規劃在**2023年**1月1日以前實施
推估約有**2兆美元**碳關稅收入。



日本經產省將召開委員會檢討對「不積極因應環保及節能減碳國家」的進口產品課徵「國境碳稅」



我國為出口導向國家，2020年全年出口總值約**3,354億美元**，其中，出口歐盟約229億美元(6.64%)、出口美國約506億美元(14.64%)

碳洩漏衡量方式

- 碳洩漏(Carbon Leakage, CL)衡量方式，通常簡單地以國外溫室氣體排放增加占本國溫室氣體排放減量比值衡量之。(Directive 2009/29/EC)

$$CL = \frac{\Delta CO_2 e(>0)^{\text{其他國家}}}{\Delta CO_2 e(<0)^{\text{本國}}}$$

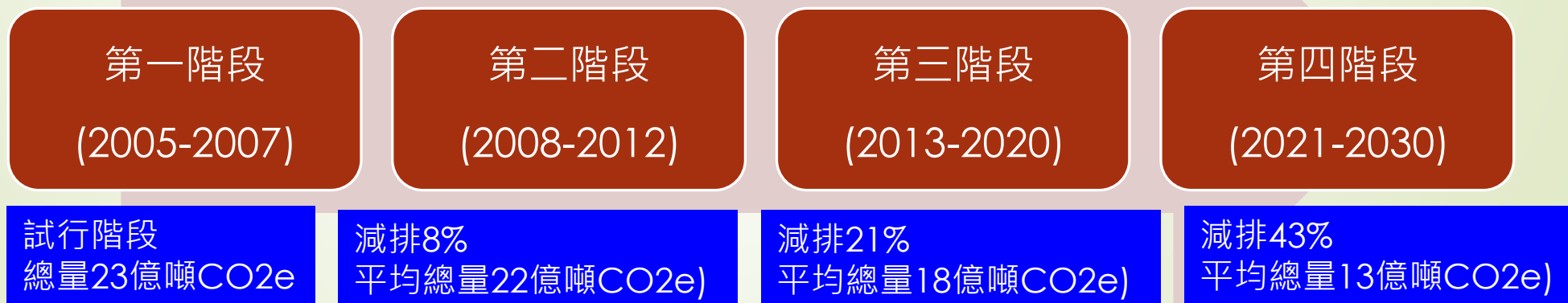
歐盟碳關稅發展現況與作法

歐盟推動CBTM背景 (European Parliament, 2021)

- ➡ 歐盟(2019)已減排24%GHG排放量(相較於1990年)，同期，GDP成長60%，達到GDP與GHG絕對脫鉤的現象。然而，此績效，並無法反應至歐盟的國際貿易活動與全球的碳足跡 (global carbon footprint)。例如，歐盟2015年約進口13.17億噸CO₂e，約出口4.24億噸CO₂e，進口GHG約是出口GHG的三倍。
- ➡ 歐盟自2005年啟動排放交易制度 (Emissions Trading Scheme, ETS)，提高歐盟境內產業部門生產成本，發生碳洩漏現象。不但，讓某些進口部門坐享不正義的暴利 (windfall profit)，而且不利歐盟境內產業的脫碳。
- ➡ 碳邊境調整機制 (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)將可促進歐盟ETS的有效性與有意義性，同時，可以促進歐盟脫碳轉型。爰此，歐盟認為如果第三國家採行較高的碳定價，歐盟也同意可以開徵CBAM。

歐盟的碳定價機制

- 排放(或碳)交易制度(Emission Trading Scheme, ETS)是歐盟**綠色政綱** (Green Deal) ，實踐2050年淨零碳排(net zero emissions)的重要市場工具。
- 歐盟ETS已完成三個階段(2005-2020) ，達成減排21%目標(約減排5億噸CO₂e ，相較於2005年總管制量) ，**第四階段(2021-2030)目標減排43%** (約減排10億噸CO₂e ，相較於2005年總管制量)
- 歐盟ETS自第三階段起(2013年~) ，擴大**排放額度(allowance)拍賣比例** ，以及**嚴格的效率標竿(benchmark)** (行業前10%最佳效率水準的平均值) 核配排放額度。歐盟開始思考碳洩漏問題 ，並建立配套措施 ，例如界定**高碳風險或洩漏產業** ，**電價補貼及免費核配排放額度**等。



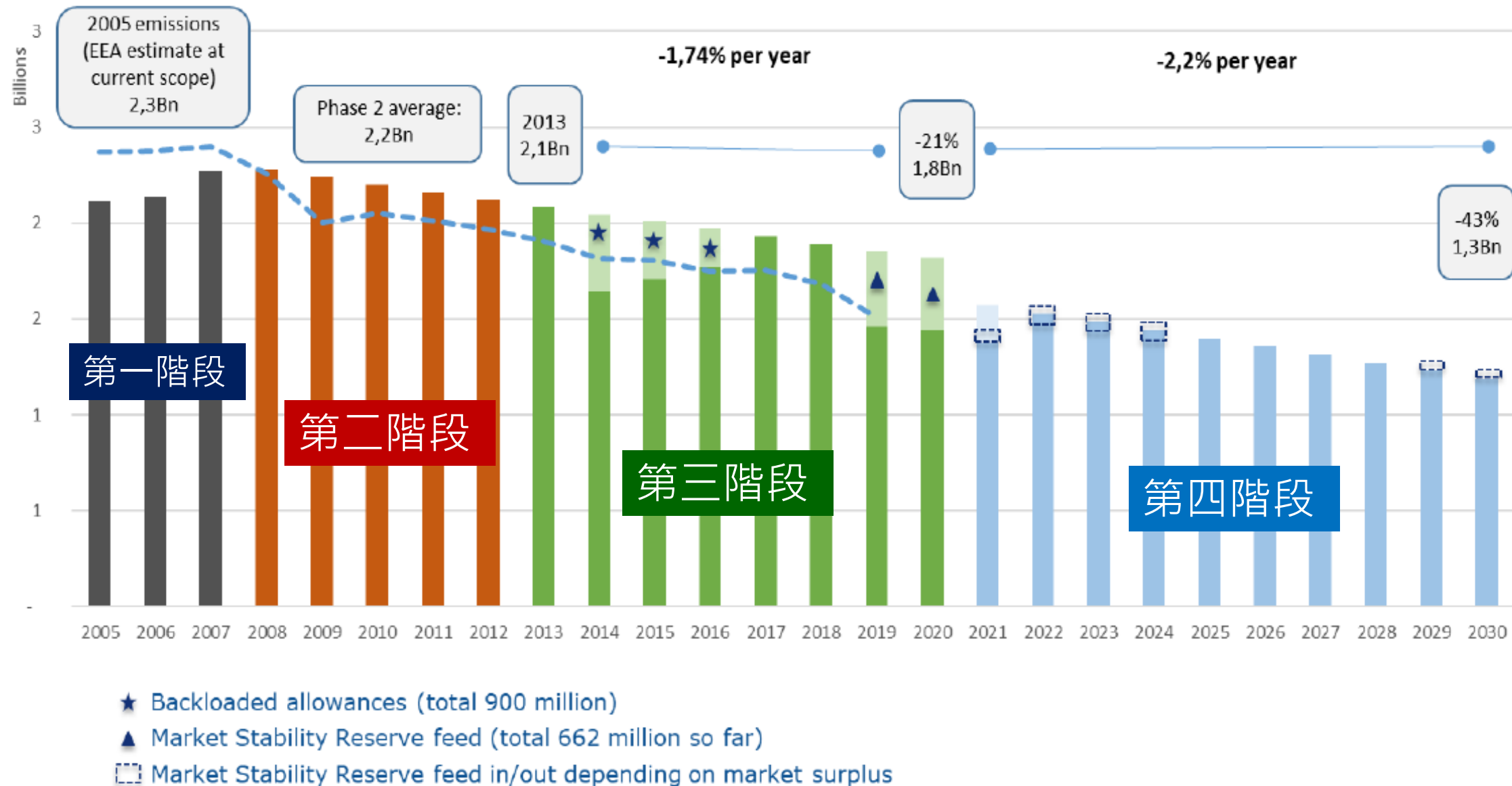
歐盟碳交易制度 (EU ETS)

➡ 第四階段(2021-230)改革

1. 目標：減排43%(相較於2005年排放量)(整體歐盟減30%by 2030)
2. 每年減少2.2%(從2021年開始)
3. 啟動市場穩定保留(Market Stability Reserve, MSR)機制，提高市場韌性。
4. 碳洩漏 (carbon leakage)風險因應：新設(或成長)廠與高氣候風險廠的大幅提高免費核配排放權。
5. 拍賣收入融資低碳創新與能源轉型。

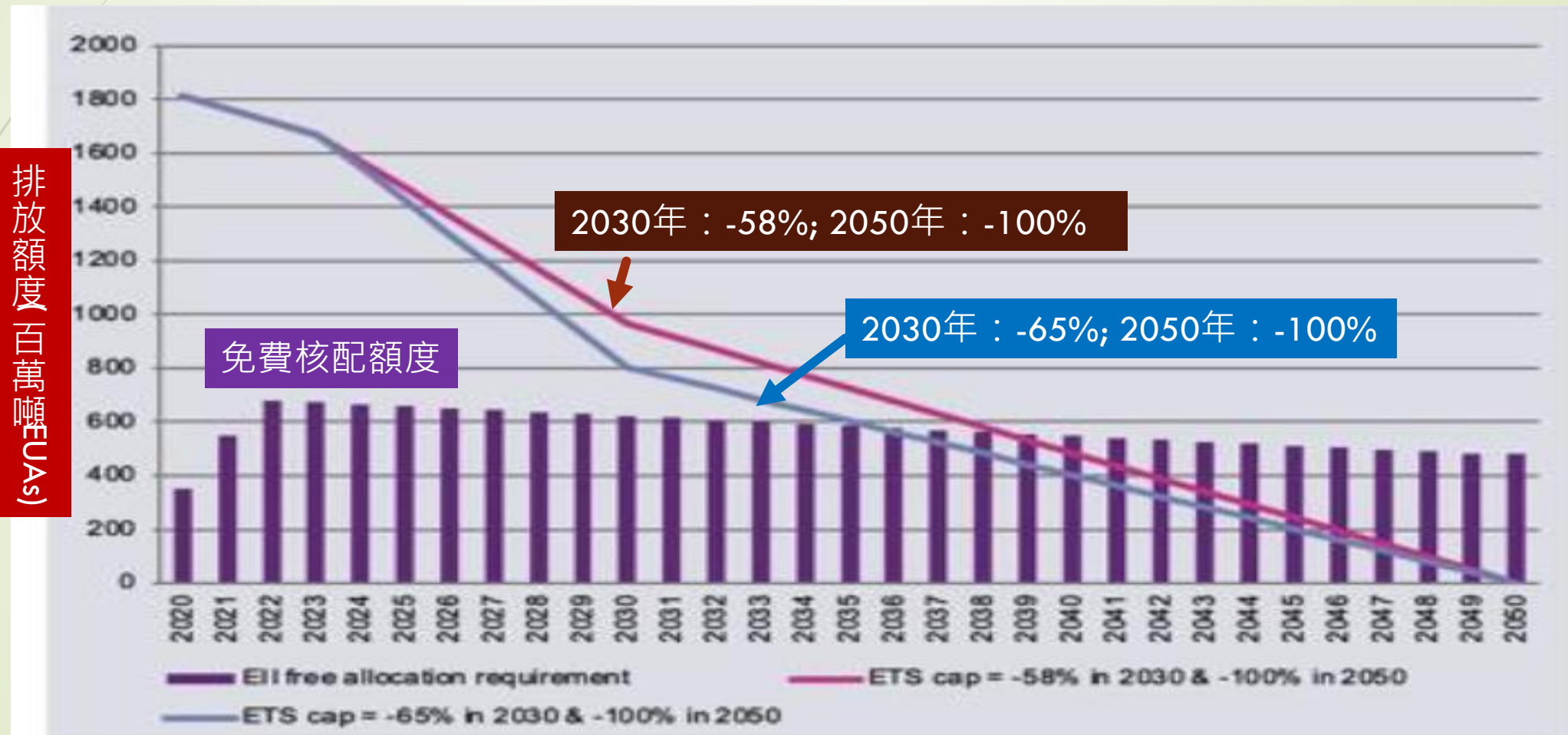
Figure 1: Cap reduction with increase of the Linear Reduction Factor to 2.2% as of 2021³⁰

11



資料來源：European Commission (2020), Report on Function of European Carbon Market.

排放額度(allowances)核配規劃



資料來源：EREST (2020), Border Carbon Adjustment in the EU Issues and Options.

Figure 2: Clearing price for general allowances auctions from 2013 to 30 June 2020

13



— Auction Clearing Price

碳邊境稅 (Carbon Border Tax, BCT)

- ➡ 歐盟實施碳關稅目的有四 (ERCST, 2020) :
 1. 降低碳洩漏 (carbon leakage) ;
 2. 維護歐盟境內產業競爭力 ;
 3. 誘使國外貿易夥伴降低產品碳足跡(carbon footprint) , 符合歐盟的低碳標準 ;
 4. 碳關稅收入(約2兆美元)(鎖定高碳進口品 , 例如鋼鐵、水泥、電力、製鋁、肥料及化學等產品課徵碳關稅) (Abnett, 2020) , 可再利用於歐盟的低碳投資活動。
- ➡ 歐盟為推動碳關稅已安排相關立法進程 :

2020

1. 完成初期影響評估(Inception Impact Assessment)(3月)
2. 發布歐盟邊境碳調整議題與選擇評估報告(9月)
3. 展開民眾意見徵詢(7-10月)
4. 發布歐盟CBTM與WTO相容性報告(10月)

2021/01

歐盟議會研討會
(European
Commission
Conference)

2021/06

公布碳關稅機制(Carbon
Border Adjustment
Mechanism, CBAM) 草案

2022

完成立法

2023

實施CBAM)

初期影響評估 (Inception Impact Assessment, IIA) (European Commission, 2020/03)

- ➡ 歐盟執委會 (European Commission) 為提供國民與利害關係人相關資訊，做為未來諮商討論的基礎，以及未來立法參考，於2020年3月完成一份推動CBAM的初期影響報告。
- ➡ CBAM必須能夠與WTO及EU自由貿易協定相容，並反應進口品的碳成本，且應與歐盟ETS的碳價對照，降低歐盟企業(包括能源密集與中小企業)的碳洩漏風險。因此，CBAM可視為EU ETS的輔助措施。

目標與政策選擇(objectives and Policy Options)

目標與政策選擇	內容
政策工具型態(type of policy instrument)	1. 仔細評估法律與技術可行性，例如與WTO及歐盟自由貿易協定相容性等) 2. 應成為歐盟境內部碳定價(ETS的碳價)的輔助措施，以及應與降低歐盟碳洩漏風險具關聯性 3. 不同政策工具選擇：包括對特定產品課徵碳稅 (進口與國內商品)、新碳關稅、或擴充ETS至進口品
進口商品碳含/排量與碳定價的評估方法(methodological approach to evaluate the carbon content and carbon pricing of imported products)	1. 應用EU ETS訂定的效率標竿值，且出口至歐盟的廠商需要取得低於標竿值碳排放量或較高成本的產地驗證(certified)
部門範疇(sectoral scope)	1. CBAM實施部門範疇的選定，應以歐盟第3與第4階段ETS，遭受碳洩漏風險最高部門為依據

2021/3/22

歐盟ETS產品效率標竿設定

單位：噸CO₂e/噸產品

17

產品	效率標竿	產品	效率標竿	產品	效率標竿
焦炭 (coke)	0.286	屋頂瓦(Roof tiles)	0.144	硝酸(Nitric acid)	0.302
燒結礦 (sintered ore)	0.171	噴霧乾粉 Spray dried power	0.076	己二酸(Adipic acid)	2.79
鐵水 Hot metal	1.328	石膏(plaster)	0.048	氯乙烯單體(Vinly chloride monomer (VCM))	0.204
前烘烤陽極 Pre-bake anode	0.324	二次乾燥 Dried secondary	0.017	苯酚/丙酮 Phenol/acetone	0.266
鋁	1.514	石膏粉 gypsum	-	S聚氯乙烯(S-PVC)	0.085
灰色水泥熟料 Grey cement clinker	0.776	短牛皮紙 Short fibre kraft pulp	0.12	E聚氯乙烯(E-PVC)	0.238
白色水泥熟料 white cement clinker	0.987	長牛皮紙 long fibre kraft pulp	0.06	蘇打粉(Soda ash)	0.843
石灰(lime)	0.954	亞硫酸鹽紙漿，熱機械紙漿 和機械紙漿(Sulphite pulp, thermo-mechanical and mechanical pulp)	0.02	煉製品(Refinery products)	0.0295

2021/3/22

歐盟ETS納管的產業部門與設備

1. 燃燒設備超過20MW者，但不包含公有廢棄物處理設備；
2. 礦物油精煉廠；
3. 焦炭爐(coke ovens)；
4. 金屬及硫化物煉製廠及處理廠；
5. 製造生鐵或鋼，每小時產量超過2.5公噸之排放源；
6. 生產水泥之設備，每日產量超過500公噸；或生產石灰之設備，每日產量超過50公噸；
7. 玻璃或玻璃纖維製造設備，每日產量超過20公噸之排放源；
8. 製陶設備每日產量超過75公噸、或容積超過4m³、或裝置密度超過300kg/m³；
9. 造紙業。

歐盟碳曝險與碳洩漏衡量

(Directive 2009/29/EC)

➡ 所謂高度碳洩漏曝險部門，定義如下：

「碳洩漏的直接成本(防治成本加排放權購買成本)與間接成本(電力轉嫁成本)會使生產成本顯著增加，以及碳洩漏的直接與間接成本占總產出價值的**5%以上**，對第三國的進口與出口總價值占歐盟市場規模的**10%以上**。」

➡ 針對非常顯著的碳曝險與碳洩漏部門，例如**碳曝險值高於30%**，最高可以獲得**100%的免費排放額度**。

$$\begin{aligned} \text{Carbon risk} &= \frac{\text{防治成本} + \text{排放權購買成本} + \text{電力轉嫁成本}}{\text{附加價值}} \\ &= \frac{\text{出口值} + \text{進口值(從第三國)}}{\text{生產總值} + \text{進口值(從第三國)}} \end{aligned}$$

$$\text{Carbon leakage} = \frac{\Delta CO_2^{\text{其他地方}}}{|\Delta CO_2^{\text{本國}}|}$$

預期衝擊評估 (preliminary assessment of expected impacts)

預期衝擊評估	內容
經濟衝擊 (likely economic impacts)	1. 衝擊效果決定於政策選擇與BCAM開徵的產業部門。 2. 需要額外評估該標的產業的價值鏈(value chain)與產業關聯(上下游) 3. 要能維護歐盟綠色政綱目標(現代、資源效率、經濟競爭力及2050年淨零碳排)
社會衝擊(likely social impacts)	1. 應確保公平正義轉型，維護社會弱勢族群的就業與生活品質
環境衝擊(likely environmental impacts)	1. 一個好的CBAM制度設計，應能夠提升歐盟對抗氣候變遷的政策有效性，因為，透過CBAM可以間接的促進歐盟的貿易夥伴國家，提升溫室氣體減排目標承諾，以及全球淨零碳排目標的實踐。
簡化與行政負擔衝擊(likely impacts on simplification and administrative burden)	1. 基於減少行政負擔考量(或最小化行政成本)，CBAM應儘量簡化，例如應建立在既存的方法學，然而，對進口國衍生的查驗證(verifications)及監管(control and audits))行政作業，仍有必要。

2021/3/22

歐盟邊境碳調整議題與選擇評估報告

- ➡ 「歐洲氣候變遷與永續轉型圓桌會議」(European Roundtable on Climate Change and Sustainable Transition, ERCST, 2020/09) 發表一份「**歐盟邊境碳調整議題與選擇評估**」(Border Carbon Adjustments in the EU Issues and Options) 報告。
- ➡ 此份報告界定歐盟「碳邊境稅機制」(CBAM)面對的議題與選擇方法。



界定八項重點議題

22

考量要件	內容
政策機制 (policy mechanism)	碳關稅採從量或從價課徵，或是應採行碳稅、關稅 (custom duty) 或 歐盟ETS的延伸等政策工具型態；
覆蓋貿易流(coverage of trade flows)	碳關稅僅針對進口品，抑或同時對進口品與出口品課徵；
地理範疇 (geographic scope)	對所有國家、扣除低度開發國家、或扣除已實施相關環境友善工具國家 (environmental ground)，例如實施碳定價國家，抑或巴黎協定承諾國家等)；
部門範疇 (sectoral scope)	課徵標的是基礎原物料 (basic materials)、基礎原物料與電力 (basic materials and electricity)、或基礎原物料、電力與其他產品 (basic materials, electricity and more complex product)；
排放範疇 (emissions scope)	直接排放 (範疇一)、能源燃燒的間接排放 (範疇二)、或其他間接排放 (範疇三)；
稅基 (embedded emissions)	產品基礎 (product-base) (計算每班船運的產品)、最佳標竿 (benchmark) (國際或國內最佳作法)、最差標竿、或平均標竿 (歐盟生產者的平均碳強度)(average carbon intensity of EU producers)；
國外政策考量	不考量過外政策、考量國外碳定價政策、或考量國外碳定價與管制政策
碳關稅利用	專款專用於歐盟境內廠商補助、專款專用於歐盟境內與境外廠商補助、統收統支、專款專用於歐盟境內氣候創新活動補助、專款專用於歐盟境內廠商競爭力補助、或專款專用於國際氣候補助等。

建立五項準則綜合評比

	環境效益	競爭力效益	法律可行性	技術與行政 可行性	政治與外交 的可行性
政策機制					
覆蓋貿易流					
地理範疇					
部門範疇					
排放範疇					
稅基					
國外政策考 量					
碳關稅利用					

歐盟CBAM與WTO相容性報告

- 歐洲議會 (European Parliament) 委由「**環境、公共健康與糧食安全委員會**」(Committee on the Environment, Public Health and Food Safety)，於2020年10月完成一份「邁向歐盟CBAM與WTO相容」(Towards a WTO-compatible EU Carbon Border Adjustment Mechanism) 的研究報告。(European Parliament, 2021/02/15發布)
- 評估與WTO或GATT (General Agreement on Tariff and Trade) 相容的條文：**Article I**(最惠國待遇)、**Article III** (國家待遇原則) 及 **Article XX**(一般例外)(允許WTO會員國基於保護人類、動物、或地球生命，以及健康或自然資源等，可以採行必要措施。)
- CBAM設計如果有**清楚環境目的**，例如降低全球溫室氣體排放，且具**環境完整性** (environmental integrity)，沒有反碳洩漏問題，則CBAM應與WTO具相容性。

European Parliament

2019-2024



Plenary sitting

A9-0019/2021

15.2.2021

REPORT

towards a WTO-compatible EU carbon border adjustment mechanism
(2020/2043(INI))

Committee on the Environment, Public Health and Food Safety

Rapporteur: Yannick Jadot

Rapporteurs for the opinion (*):

Karin Karlsbro, Committee on International Trade

Luis Garicano, Committee on Economic and Monetary Affairs

(*) Associated committees – Rule 57 of the Rules of Procedure

歐洲議會對與WTO相容的CBAM設計意見

- 為降低ETS對歐盟境內市場扭曲以及對應的價值鏈，建議應對所有與ETS控管企業生產相同產品 (包括中間與最終產品) 的進口品，例如水泥業、鋼鐵業、鋁業、石油煉製業、造紙業、玻璃業、化學、及肥料業等，實施CBAM。
- 上開產品/業的進口商必須提供最新的產品效率值(單位產品碳排放)，如果進口商無法取得該資料，則歐盟將以該產品的全球平均效率值取代之，且產品效率值應包括直接與間接GHG排放。如果進口商可以提供資料，則建議應提供生產設施(installation)的效率值(能源消費碳強度)(carbon intensive of energy consumption)。
- CBAM應是為EU ETS的輔助措施，且應避免雙重保護問題，例如ETS的免費核配排放額度與CBAM是否會對進口品形成不當的雙重保護(double protection)與歧視(discrimination)。

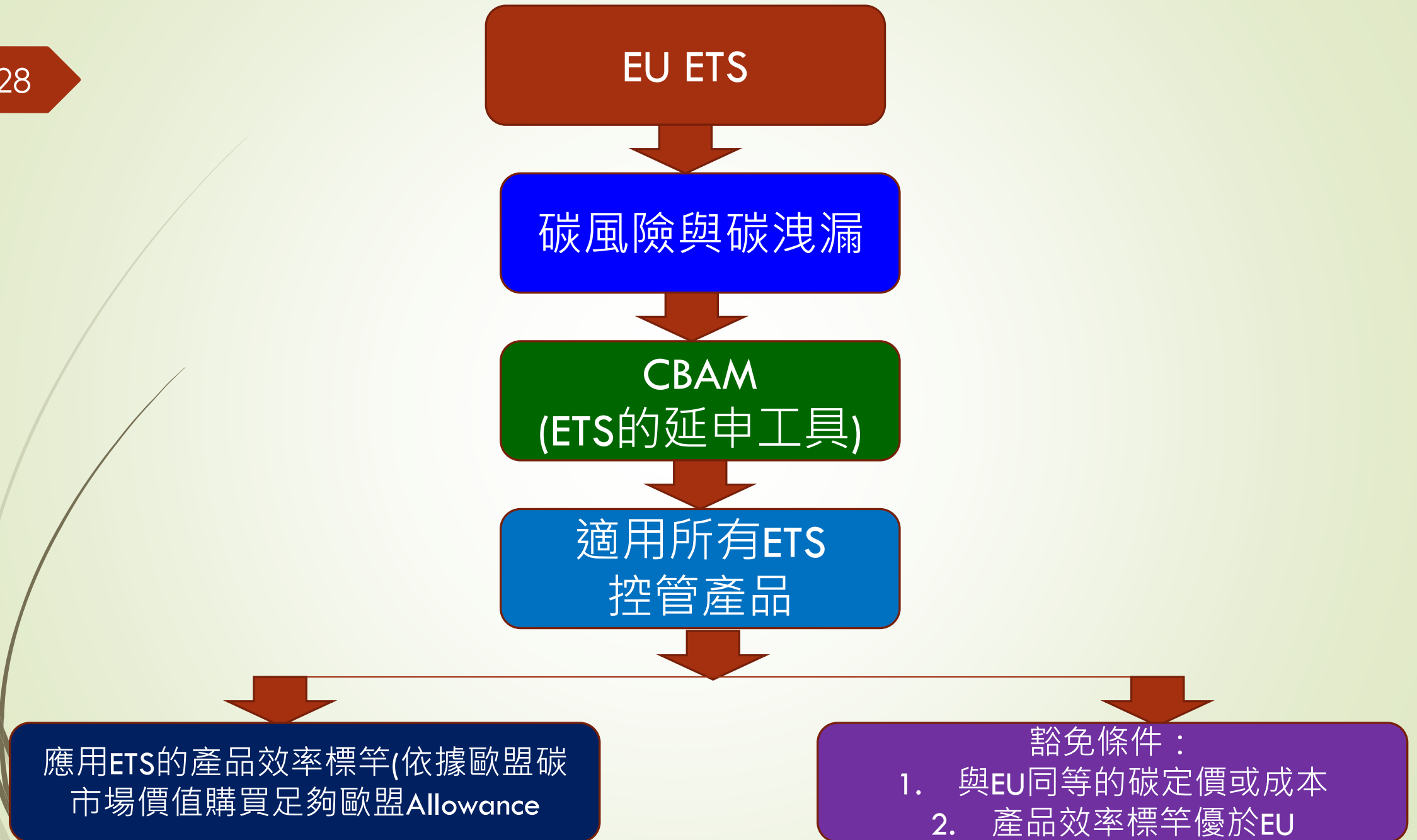
歐洲議會對與WTO相容的CBAM設計意見

- **環境有效性 (environmental Effectiveness)** 將是評估CBAM的政策供選擇的最優先準則，以及預測與評估能夠落實歐盟與巴黎協定目標的碳價水準 (足夠誘因)。
- 基於與WTO的相容性，CBAM應與歐盟ETS的**碳價水準具動態對應性**，亦即高碳產品進口者購買歐盟碳排放額度 (allowance) 的需求，其碳價應對照ETS的市場交易碳價水準。
- 鼓勵**進口者提出低碳創新投資**，以及符合ET ETS的MRV的低碳產品證明。**木材燃燒**不應視為碳中和(ETS視為碳中和)，仍需計算碳排放。
- CBAM的費/稅率訂定應與**EU ETS市場碳價格連結**，以及避免對進口品徵收兩次碳排放費用。

歐洲議會 (European Parliament)

通過CBAM (2021/03/10)

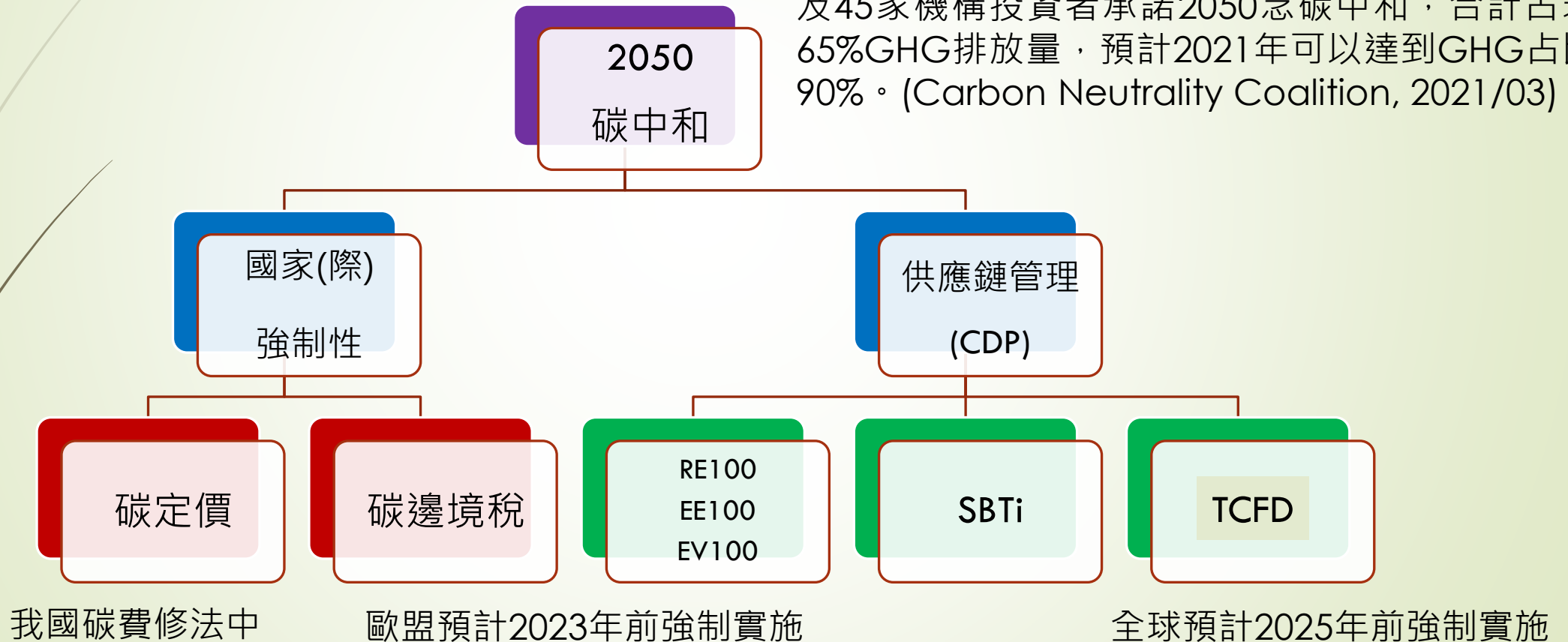
- 歐洲議會 (European Parliament)於2021/03/10獲得壓倒性通過實施CBAM，其中， 444票贊同， 70票反對及181票。
- 重點決議：
 1. 包括所有在EU ETS下的產品 (All products under the EU Emissions Trading System should be included)
 2. CBAM收入將專款專用於歐盟綠色新政的推動 (Revenue to be used to step up EU support for the objectives of the Green Deal)
 3. CBAM不能被誤認是新的貿易保護主義 (The mechanism must not be misused to further trade protectionism)



碳關稅對企業衝擊：碳風險 (轉型風險) 衡量

企業面對氣候挑戰：雙軌壓力

全球449個城市、22個國家與區域、1,101家企業及45家機構投資者承諾2050年碳中和，合計占全球65%GHG排放量，預計2021年可以達到GHG占比90%。(Carbon Neutrality Coalition, 2021/03)



產業碳關稅貿易脆弱度衡量

- 國際貿易與永續發展中心 (International Center for Trade and Sustainable Development, ICTSD, 2011) 以出口至歐盟之碳貿易敏感性產品產值占比為指標，檢視歐盟採行碳關稅對開發中國家出口至歐盟產品的碳風險敏感度。
- 下式ICTSD (2011)建立的歐盟貿易依賴度評估公式，可作為衡量我國產業出口至歐盟的貿易依賴度，從而，可以檢視該產業的貿易脆弱度指標。

$$T_i = \frac{X_i}{\sum_i^I X_i}$$

其中， T_i 為第*i*產業(或產品)之出口依賴度指標，亦是本文所稱的碳貿易依賴度(或脆弱度)指標； X_i 為第*i*產業(或產品)的出口總值； $\sum_i^I X_i$ 為整體國家出口總值。易言之， T_i 愈大，代表該產業的歐盟貿易脆弱度高，亦即，當歐盟實施碳關稅，則該產業的衝擊較大。表 1

我國出口歐盟前十大產品(2020)

- 下表為我國對歐盟前十大出口貨品**碳關稅貿易脆弱度**(%)彙整表，可知，電機設備及其零件碳關稅貿易脆弱度約1.90%，是面臨歐盟碳關稅高脆弱產業，其次是機械用具及其零件的1.3%。

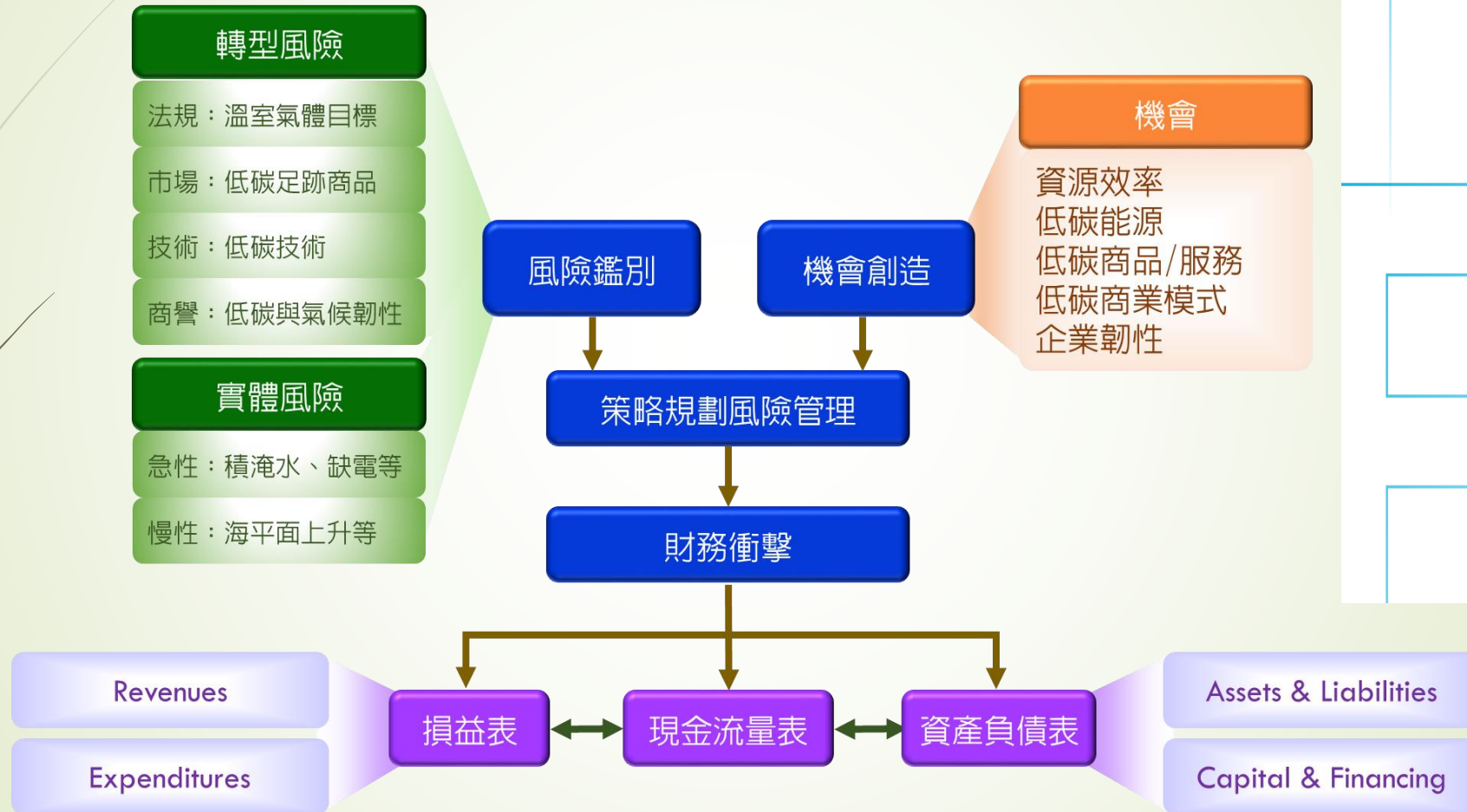
HS(二位碼)	貨品	出口金額 (億美元)	碳關稅貿易脆弱度(%)
85	電機設備及其零件	64.8	1.9
84	機械用具及其零件	42.6	1.3
87	汽機車及其零件	27.0	0.8
73	鋼鐵製品	12.8	0.4
39	塑膠及其製品	8.2	0.3
90	光學等精密儀器	7.2	0.2
72	鋼鐵	6.2	0.19
82	金屬工具及其零件	5.3	0.16
29	有機化學產品	3.1	0.09
38	雜項化學產品	2.9	0.09
我國出口總值(全球)(2020)		3,354	-

2021/3/22

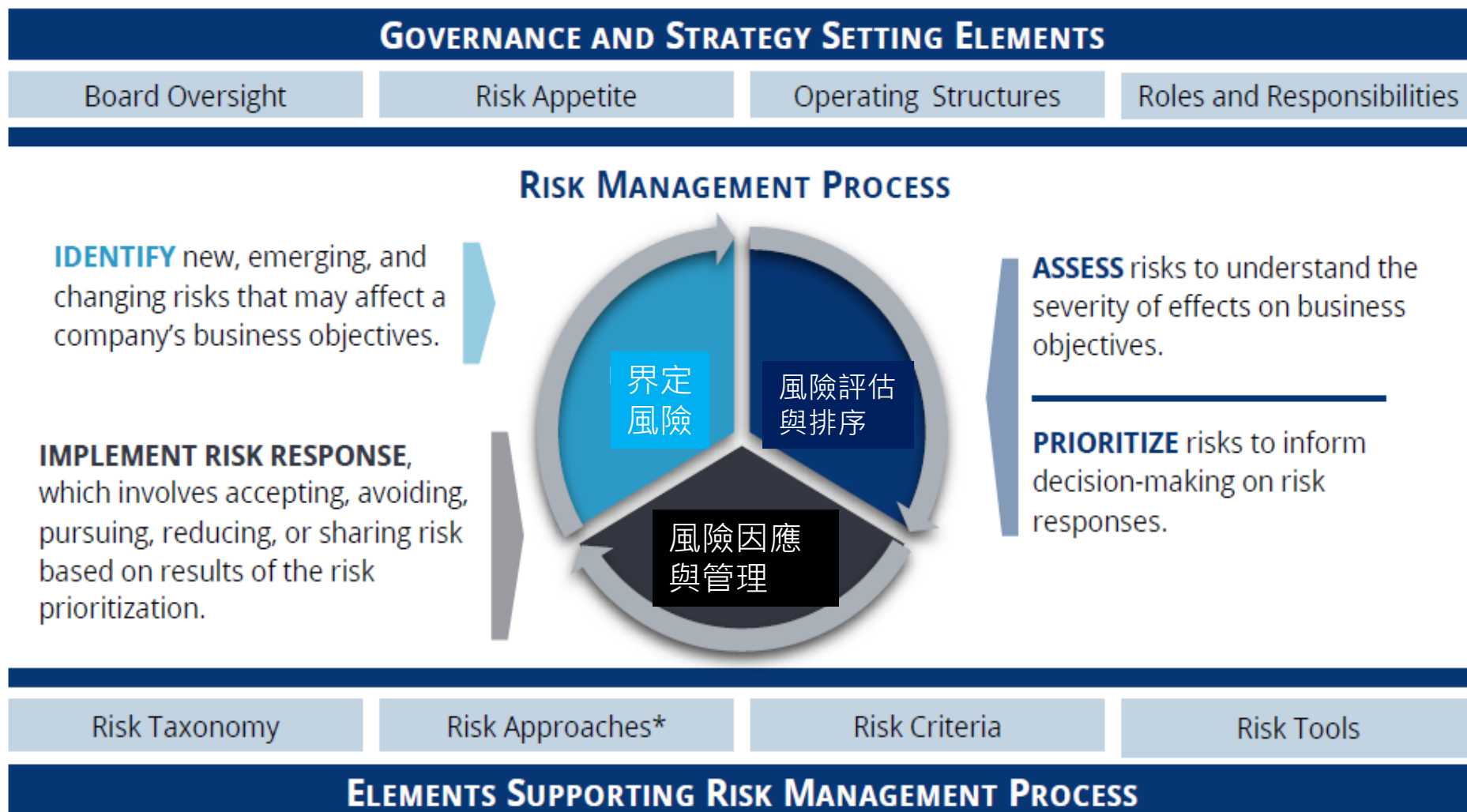
資料來源：本研究整理自中華民國財政部貿易統計資料(2021)。

註：出口金額累計計算至2020年11月

TCFD風險評鑑與財務揭露架構

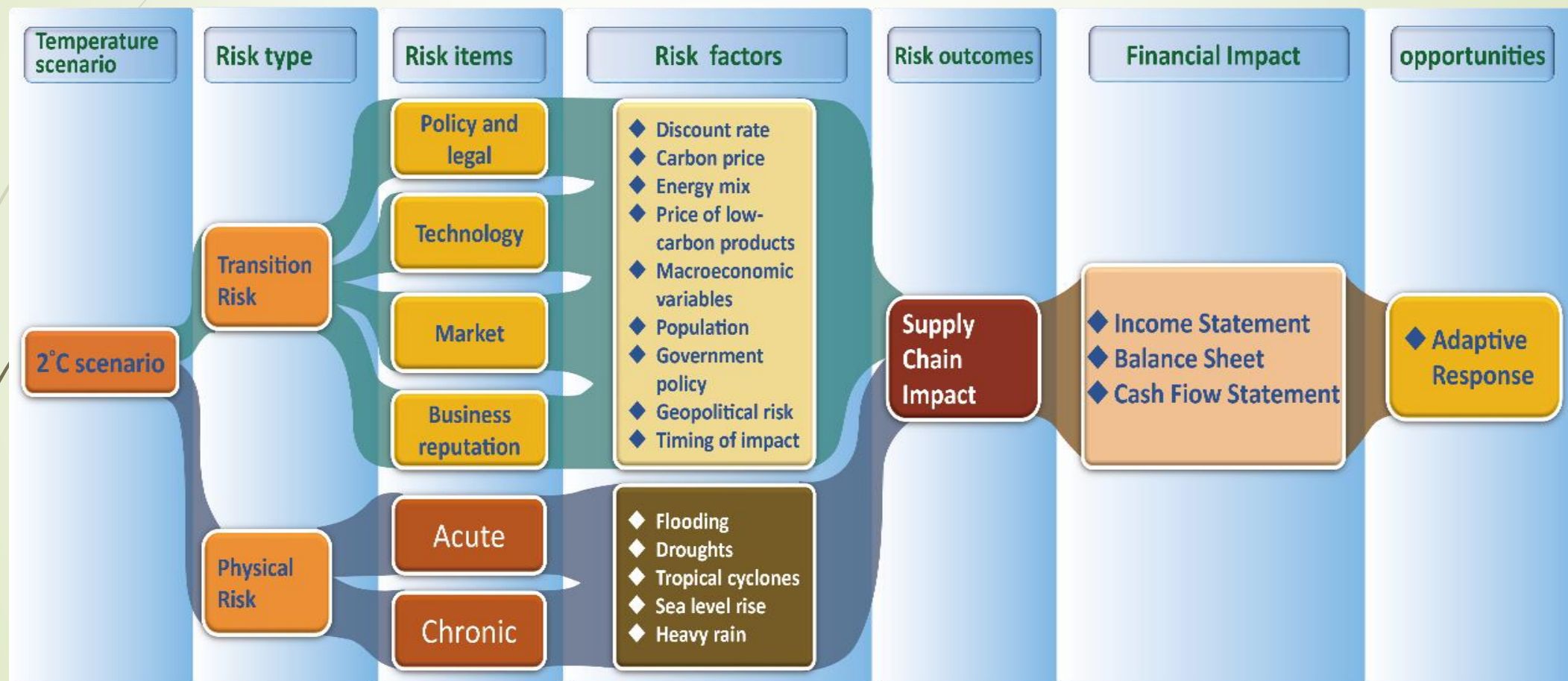


TCFD的風險管理程序與關鍵議題



TCFD氣候風險鑑別評估架構

- 企業必須參照TCFD建議的情境 (scenario) 分析方法



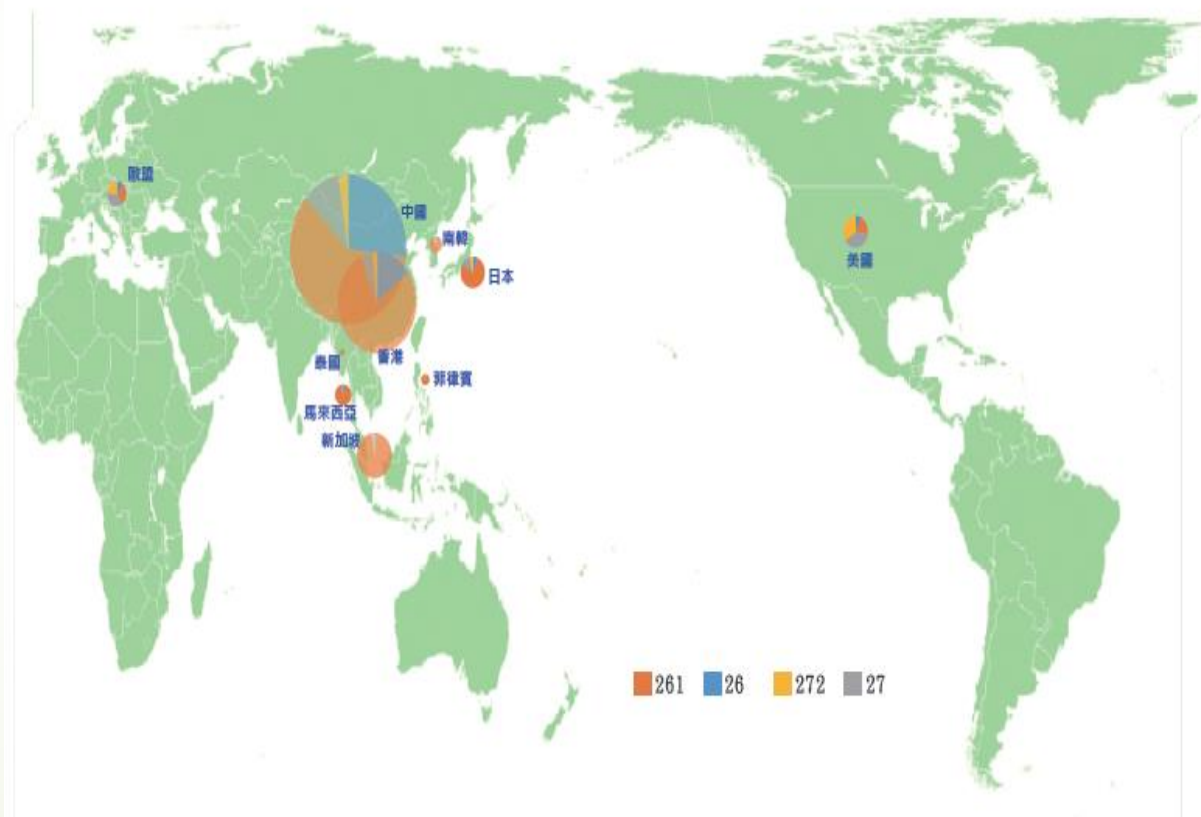
我國半導體與通訊業出口值全球分佈(2017)

- 出口值代表產業價值鏈的市場或需求，是評估產業遭受氣候相關風險的重要情境變數。透過出口值的評估，可以作為評估產業氣候風險暴露度 (exposure) 的重要指標。
- 我國半導體與通訊業(2017)主要出口國家與出口值。

表 10 四大產業 (2017) 出口至主要國家出口值比較

單位：百萬美元/%

國家	2017	26	261	27	272	合計	占比 ^{註1}
中國	88,980.54	12,488.39	28,301.04	4,856.23	1,259.48	46,905.14	53.0
新加坡	17,624.92	316.76	13,015.58	198.75	533.26	9,589.40	54.0
韓國	14,732.69	700.57	8,471.43	636.57	177.37	9,985.94	68.0
美國	36,941.88	756.89	1,959.69	3,741.14	3,328.17	9,785.89	26.0
日本	20,781.93	698.33	7,216.98	1,172.22	3,99.71	9,487.24	46.0
德國	6,453.00	464.01	1,045.32	751.56	253.69	2,514.58	39.0



資料來源：本研究(2018)整理自經濟部國際貿易局 (2018)，中華民國進出口貿易統計。

註：26,261為半導體行業中小分類
27,272為通訊業行業中小分類

我國半導體與通訊業進口值全球分佈(2017)

- 進口值代表產業價值鏈的原物料投入，是評估產業遭受氣候相關風險的重要情境變數。透過進口值的評估，可以作為評估產業氣候風險暴露度 (exposure) 的重要指標。
- 我國半導體與通訊業(2017)主要進口國家與進口值。

表 14 半導體業 2017 年進口總值

單位：百萬美元

國別	製程設備	物料	合計
中國大陸	518.610	187.350	705.960
日本	3,754.430	1,369.080	5,123.510
美國	3,814.870	344.690	4,159.560
韓國	312.940	175.240	488.180
新加坡	1,701.990	96.980	1,798.970
德國	202.980	254.390	457.370

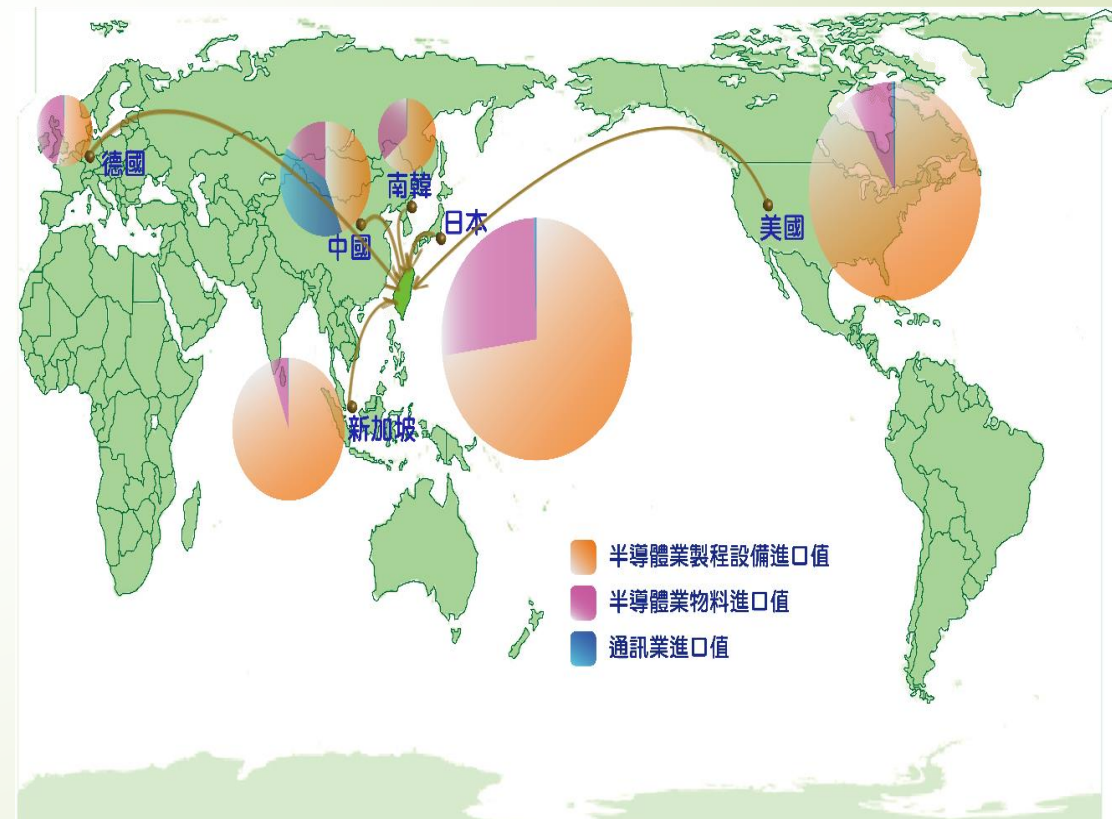
資料來源：本研究

表 15 通訊業 2017 年進口總值

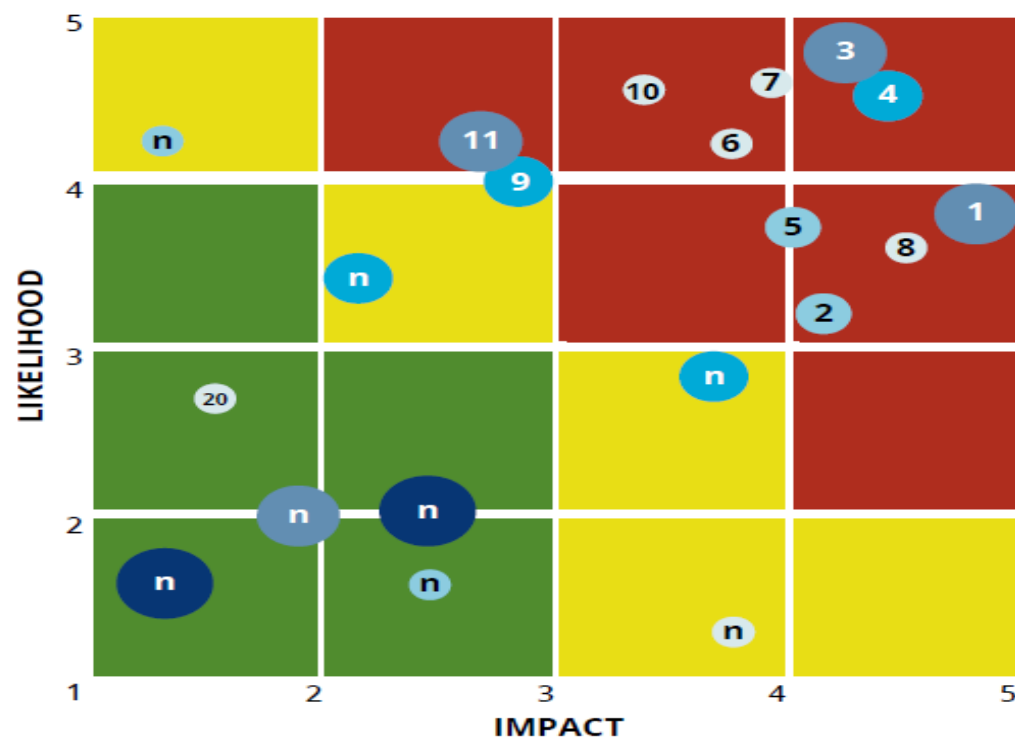
單位：百萬美元

國別	進口值
中國大陸	471.390
日本	15.720
美國	18.670
韓國	1.160
新加坡	1.730
德國	4.500

資料來源：本研究



氣候風險矩陣(TCFD, 2020)



#	Risk	I	L	V	S
1	Supply chain disruption	4.8	3.7	3.8	4
2	Customer preference shift	4.1	3.3	3.5	2
3	Copper price rise >10%	4.3	4.7	2.3	4
4	Work stoppage > 1 week	4.4	4.5	4.1	3
5	Economic downturn	4.0	3.7	3.5	2
6	Supplier consolidation	3.8	4.2	3.2	1
7	Local competitors enter	3.9	4.5	3.6	1
8	New substitutes available	4.5	3.6	4.2	1
9	Cost of capital rise >5%	2.9	4.0	2.9	3
10	Tighter emission standards	3.4	4.6	2.9	1
11	Exchange rate fluctuations	2.7	4.1	2.7	4
n	...	...	...	...	...
20	Impairment of assets	1.6	2.7	1.6	1

I = Impact L = Likelihood V = Vulnerability S = Speed of Onset

LEGEND

Dots represent risk #1 - #n

Dot size and color reflect speed of onset:

● Very Low ● Low ● Medium ● High ● Very High

ILLUSTRATIVE RATING SCALES FOR CRITERIA

Rating	Impact	Likelihood	Vulnerability	Speed of Onset
5	Extreme	Frequent	Very High	Immediate
4	Major	Likely	High	Rapid
3	Moderate	Possible	Medium	Medium
2	Minor	Unlikely	Low	Slow
1	Incidental	Rare	Very Low	Very Slow

企業碳風險評估

- 2009年歐盟修改了2003/87/EC指令，制訂出2009/29/EC指令 - 碳交易指令，其中，第十條第一款制定了碳風險衡量公式，作以評估企業碳洩漏的程度和排放權 (或總量) 核配之依據。根據歐盟排放交易指令 (Emissions Trading Directive) (European Union, 2009) 的碳風險計算公式：

$$R = \frac{C + P + E}{VA} \dots\dots\dots (式 5-9)$$

R 為碳風險；C 為減排成本 (abatement cost)；P 為排放權成本 (allowance purchase cost)；E 為電價轉嫁 (或增加) 成本；VA 為附加價值⁴⁹ (Value Added)。

企業碳風險評估

- 李堅明與楊喻閔 (2021) 依據2018年參與CDP(2019)問卷評比之台灣企業資料庫，包括力成科技、中油、中鼎化工、仁寶電腦、友達電、日月光、世界先進、台達電、台積電、台灣大哥大、光寶科技、亞泥、佳世達科技、和碩、南亞科技、研華、第一金、華新麗華、華碩、超眾科技、群創、達方電子、廣達電腦、緯創、儒鴻、臻鼎科技、聯華電子、鴻海、穩懋(按筆畫排序)等20家製造業進行碳風險評估。
- 減排成本：企業2018年申報的減排投資
- 碳費以100元計算，乘上企業2018年GHG排放量(直接與間接排放)
- 附加價值=人事費用+租金費用+利息費用+營業淨利+所得稅費用。

企業名稱	參數值			估算值
	減排成本(元)	碳費成本(元)	附加價值(元)	碳風險(%)
仁寶電腦	1,535,000	965,366,410	12,436,755,000	7.77%
中鼎化工	2,647,390	2,890,412,800	11,393,837,000	25.39%
群創	4,865,000	666,683,198	9,167,451,000	7.33%
南亞科技	8,565,000	89,646,675	46,476,007,000	0.21%
臻鼎科技	12,509,840	63,649,345	26,160,024,000	0.29%
儒鴻	21,600,000	12,063,049	8,703,569,000	0.39%
穩懋	38,134,304	16,422,339	3,938,426,000	1.39%
亞泥	42,610,606	563,712,709	20,203,507,143	3.00%
和碩	107,144,409	30,585,897	16,186,859,000	0.85%
達方電子	123,250,000	120,665,113	2,178,781,000	11.20%
力成科技	191,540,300	93,841,900	9,935,929,000	2.87%
世界先進	192,585,382	88,390,600	8,519,367,000	3.30%
日月光	224,428,113	347,600,200	50,157,638,000	1.14%
聯華電子	288,882,857	374,354,400	29,638,354,000	2.24%
台達電	395,586,528	47,543,853	28,314,797,000	1.57%
中油	451,574,000	257,424,910	57,901,530,000	1.22%
光寶科技	783,320,000	2,102,520,435	11,142,912,000	25.90%
台積電	856,000,000	789,793,800	409,786,349,000	0.40%
友達電	1,210,002,139	1,155,792,435	49,198,915,000	4.81%
廣達電腦	2,292,446,141	51,718,100	58,878,594,000	3.98%
平均	362,461,350	536,409,408	43,515,980,057	2.07%

結語

- 歐盟CBAM已完成相關評估與法制作業，預計將可如期於**2023年前啟動**。屆時，將帶動**全球全面性實施碳關稅**，加速全球排碳成本內部化。
- 歐盟CBAM是**EU ETS的輔助機制或延伸措施**，掌握EU ETS**控管設備、產品效率標竿及碳價**，將是評估輸歐產品碳成本衝擊的重要參考。
- 加速推動國內**碳定價機制與產品校能標準**，將是因應全球CBAM的最優先策略。
- CBAM將成為全球**雙邊或多邊環境與貿易談判**的新興與重要議題，我國應及早準備。
- 我國貿易依賴度高，**碳成本增加**已成為企業最重要**轉型碳風險**，企業應加強因應措施與壓力測試。

政府因應CBAM的重要議題

- 我國貿易依賴度高，全球CBAM發展，將對我國產生重大的經濟衝擊，政府部門應全面性整備。

議題	部會	因應
碳定價型態與碳價水準	環保署	盡速規畫碳定價路線圖 提升抵換能量(包括國內與國際抵換機制) 對照全球效能標準 推動強制性產品碳足跡
制定我國CBAM	環保署或財政部	加強CBAM評估與法制規劃與設計
CBAM國際談判	國貿局	掌握全球CBAM最新發展，強貿易歧視條款的適用性
產業衝擊輔導	經濟部(工業局與中小企業處)	加強CBAM衝擊評估 (例如應用GTAP模型等) 評析我國產品的全球效率標竿
設施效率標準	能源局	生產設施效率標準管制

企業因應CBAM

- CBAM將全面性影響企業**產品的價值鏈**(包括原物料成本、生產製程效率要求及生產產品低碳足跡管制)，將對**出口導向企業**產生全面性衝擊，不可輕忽。
- 將CBAM導入企業**TCFD的轉型風險**，並加強碳關稅貿易曝險，與碳風險評估。
- 推動**企業內部碳定價** (Internal Carbon Pricing, ICP)，並加強對企業淨利衝擊的壓力測試，作為**低碳轉型投資**因應策略參考。

案例：企業實施ICP之績效評估

■ 李堅明與楊喻閔 (2021) 依據2018年參與CDP(2019)問卷評比之台灣企業的資料庫資料，包括力成科技、中油、中鼎化工、仁寶電腦、友達電、日月光、世界先進、台化、台達電、台積電、台灣大哥大、光寶科技、亞泥、佳世達科技、和碩、南亞科技、研華、第一金、華新麗華、華碩、超眾科技、群創、達方電子、廣達電腦、緯創、儒鴻、臻鼎科技、聯華電子、鴻海、穩懋(按筆畫排序)等30家企業，選擇20家製造業進行ICP績效評估。獲得：

1. 企業實施ICP與減排量有顯著性關係(5%顯著性)
2. 企業減排與節省成本具顯著性關係(1%顯著性)，平均減1噸CO₂e，約可節省4,550元
3. 企業減排與稅前淨利具顯著性關係(1%顯著性)，平均減1噸CO₂e，約可創造1,732,934元稅前淨利
4. 實施ICP企業相較於無實施ICP企業之平均淨利，約高397億元/家，相當於每噸減排量所產生淨利差異為21,066元。

Thank You for Your Attention !
E-mail: cmlee@mail.ntpu.edu.tw

